

POWERED BY **Dialog**

Exposure method in photo-lithography technology - involves performing exposure during scanning with perfect focal matching

Patent Assignee: NIKON CORP

Inventors: MURAKAMI S; NISHI K; SAKAKIBARA Y; TANAKA Y

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
JP 6260391	A	19940916	JP 9342426	A	19930303	199442	B
US 5448332	A	19950905	US 93172098	A	19931223	199541	
			US 94345325	A	19941121		
US 5693439	A	19971202	US 93172098	A	19931223	199803	
			US 94345325	A	19941121		
			US 95482555	A	19950607		
KR 300627	B	20010922	KR 9910827	A	19990329	200230	
			KR 20019581	A	20010226		
KR 306310	B	20010924	KR 9330163	A	19931224	200233	
			KR 9910827	A	19990329		
KR 306311	B	20010924	KR 9330163	A	19931224	200233	
			KR 9911934	A	19990329		
KR 307049	B	20010924	KR 9330163	A	19931224	200233	
			KR 9910828	A	19990329		
KR 311427	B	20011102	KR 9330163	A	19931224	200238	
			KR 9911935	A	19990329		
KR 300618	B	20011122	KR 9330163	A	19931224	200243	
KR 313732	B	20011129	KR 9910827	A	19990329	200246	
			KR 20019582	A	20010226		
US 6433872	B1	20020813	US 93172098	A	19931223	200255	
			US 94345325	A	19941121		
			US 95482555	A	19950607		
			US 97909739	A	19970812		
			US 99276441	A	19990325		
JP 3309927	B2	20020729	JP 9342426	A	19930303	200256	
KR 325193	B	20020313	KR 9911934	A	19990329	200263	
			KR 20019876	A	20010227		
US 20020176082	A1	20021128	US 93172098	A	19931223	200281	

			US 94345325	A	19941121	
			US 95482555	A	19950607	
			US 97909739	A	19970812	
			US 99276441	A	19990325	
			US 2002186687	A	20020702	
US 6608681	B2	20030819	US 93172098	A	19931223	200356
			US 94345325	A	19941121	
			US 95482555	A	19950607	
			US 97909739	A	19970812	
			US 99276441	A	19990325	
			US 2002186687	A	20020702	

Priority Applications (Number Kind Date): JP 9342426 A (19930303); JP 92346073 A (19921225); JP 9367271 A (19930326)

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
JP 6260391	A		8	H01L-021/027	
US 5448332	A		45	G03B-027/42	Cont of application US 93172098
US 5693439	A		43	G03F-007/207	Cont of application US 93172098
					Div ex application US 94345325
					Div ex patent US 5448332
KR 300627	B			G03F-007/207	Div ex application KR 9910827
KR 306310	B			G03F-007/207	Div ex application KR 9330163
KR 306311	B			G03F-007/207	Div ex application KR 9330163
KR 307049	B			G03F-009/02	Div ex application KR 9330163
KR 311427	B			H01L-021/027	Div ex application KR 9330163
KR 300618	B			G03F-007/207	Previous Publ. patent KR 94015697
KR 313732	B			H01L-021/027	Div ex application KR 9910827
US 6433872	B1			G01B-011/00	Cont of application US 93172098
					Div ex application US 94345325
					Div ex application US 95482555
					Cont of application US 97909739
					Div ex patent US 5448332
					Div ex patent US 5693439
JP 3309927	B2		12	H01L-021/027	Previous Publ. patent JP 6260391
KR 325193	B			G03F-007/207	Div ex application KR 9911934
US 20020176082	A1			G01B-011/00	Cont of application US 93172098
					Div ex application US 94345325

					Div ex application US 95482555
					Cont of application US 97909739
					Div ex application US 99276441
					Div ex patent US 5448332
					Div ex patent US 5693439
					Div ex patent US 6433872
US 6608681	B2			G01B-011/00	Cont of application US 93172098
					Div ex application US 94345325
					Div ex application US 95482555
					Cont of application US 97909739
					Div ex application US 99276441
					Div ex patent US 5448332
					Div ex patent US 5693439
					Div ex patent US 6433872

Abstract:

JP 6260391 A

The exposure method consists of a wafer (10) whose patterns are projected on a reticule (3). The amount of projection is restricted by a recticule blind (5) and an exposure domain (11) is focussed by a optical system projector (9). The scanning of wafer is carried out by synchronising the exposure domain with the reticule and all the patterns of the wafer exposed on the recticule is scanned.

A focal position detector (19,20) detects the difference between the pitch setup on the Z stage (12) and the pitch of the substrate. The resultant is used to synchronise the pitch of the domain exposed on the wafer with the pitch of the image face of the optical system projector.

ADVANTAGE - Facilitates high speed of operation. Enables easy control on substrate stage.

Dwg.1/4

US 5693439 A

The surface position setting equipment consists of a mask side stage and a substrate side stage. The substrate side stage is formed in an exposure field. The mask and the sensitisation substrate are scanned synchronously so that exposure patterns are formed in a lighting region which is illuminated by a projection optical system.

The scanning of sample points arranged in a second sequence and sample points arranged in a fourth sequence is carried out along the Y and -Y directions respectively towards the sample points formed in the exposure field.

USE/ADVANTAGE - For use in projection exposure system of slit scan exposure systems for mfg. semiconductor devices, LCDs, or thin-film magnetic heads. Rectifies measurement accuracy and air fluctuation.

Dwg.4/28c

US 5448332 A

The pattern transfer photolithographic system exposes a pattern, formed on a mask, onto each of a number of partitioned areas on a photosensitive substrate in a step-and-repeat operation. The exposure system includes a projection optical system to project the mask pattern onto the substrate, a substrate stage to two-dimensionally move the substrate within a plane perpendicular to the projection optical system optical axis, and a detection unit to project a pattern image of preset shape onto the substrate and photoelectrically detect light reflected from the substrate in order to detect a positions of points on the substrate along the optical system axis.

A measurement unit detects an offset between an imaging plane of the optical system and the next partitioned area along the optical axis during a stepping operation of the substrate stage, when an individual measurement point in a partitioned area on which the mask pattern is to be exposed next coincides with or approaches the pattern image. The imaging plane and the next partitioned area are relatively moved along the optical axis in accordance with the measured offset amount before the mask pattern is exposed on the next partitioned area.

USE/ADVANTAGE - Semiconductor, LCD and thin film magnetic head mfr.; positions substrate w.r.t. projection optical system imaging plane. High precision, high speed alignment, with focussing and levelling completed during substrate stage movement, or immediately after stage movement.

Dwg.1/28

Derwent World Patents Index

© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 10068578

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-260391

(43)公開日 平成 6年(1994) 9月16日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32		F 8102-2K		
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7316-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 N

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-42426

(22)出願日 平成 5年(1993) 3月 3日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3丁目 2番 3号

(72)発明者 田中 康明

東京都千代田区丸の内 3丁目 2番 3号 株

式会社ニコン内

(72)発明者 村上 成郎

東京都千代田区丸の内 3丁目 2番 3号 株

式会社ニコン内

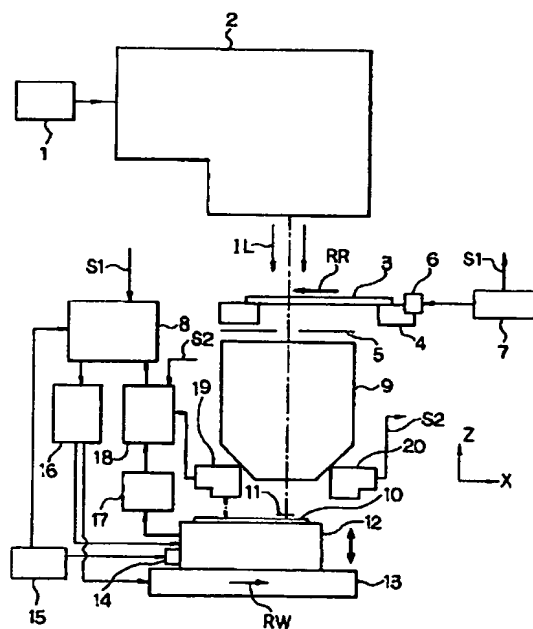
(74)代理人 弁理士 大森 聡

(54)【発明の名称】 露光方法

(57)【要約】

【目的】 スリットスキャン露光方式で露光を行う際に、スルーブットを低下させることなく正確に焦点合わせ及びレベリングを行った状態で露光を行う。

【構成】 レチクルブラインド5で制限されるレチクル3のパターンが投影光学系9を介して露光領域11に投影され、レチクル3の走査に同期して露光領域11に対してウエハ10を走査することにより、レチクル3の全パターンをウエハ10上に露光する。ウエハ10上の被露光部の複数箇所の高さを多点フォーカス位置検出装置19により先読みし、この結果算出される高さ及び傾きに基づいて、その被露光部が露光領域11に達したときにZレベリングステージ12で設定される高さ及び傾きを制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露光光でスリット状の照明領域を照明し、該スリット状の照明領域に対して転写用のパターンが形成されたマスクを走査すると共に、前記スリット状の照明領域を投影光学系で投影したスリット状の露光領域に対して前記マスクと同期して基板ステージ上の感光基板を走査することにより、前記マスクのパターンを前記感光基板上に露光する方法において、前記マスク及び前記感光基板の同期した走査を開始した後、前記スリット状の露光領域から前記走査の方向と逆の方向に所定間隔だけ離れた前記感光基板上の被露光領域の高さと前記投影光学系の像面の高さとの差分を検出すると共に、前記感光基板が載置された前記基板ステージで設定されている高さを検出し、前記被露光領域が前記スリット状の露光領域内に達した際に、前記基板ステージで設定する高さを、前記検出された高さに前記検出された差分を加えた高さに設定することにより、前記被露光領域の高さを前記投影光学系の像面の高さに合わせ込むようにしたことを特徴とする露光方法。

【請求項 2】 露光光でスリット状の照明領域を照明し、該スリット状の照明領域に対して転写用のパターンが形成されたマスクを走査すると共に、前記スリット状の照明領域を投影光学系で投影したスリット状の露光領域に対して前記マスクと同期して基板ステージ上の感光基板を走査することにより、前記マスクのパターンを前記感光基板上に露光する方法において、前記マスク及び前記感光基板の同期した走査を開始した後、前記スリット状の露光領域から前記走査の方向と逆の方向に所定間隔だけ離れた前記感光基板上の被露光領域の傾斜量と前記投影光学系の像面の傾斜量との差分を検出すると共に、前記感光基板が載置された前記基板ステージで設定されている傾斜量を検出し、前記被露光領域が前記スリット状の露光領域内に達した際に、前記基板ステージで設定する傾斜量を、前記検出された傾斜量に前記検出された差分を加えた傾斜量に設定することにより、前記被露光領域を前記投影光学系の像面に平行に合わせ込むようにしたことを特徴とする露光方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば露光光により矩形又は円弧状等の照明領域を照明し、その照明領域に対してマスク及び感光基板を同期して走査することにより、マスク上のパターンを感光基板上に露光する所謂スリットスキャン露光方式の露光装置に適用して好適な露光方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をフォトリソグラフィ技術を用い

て製造する際に、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを投影光学系を介して、フォトレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の感光基板上に露光する投影露光装置が使用されている。最近では、半導体素子の 1 個のチップパターン等が大型化する傾向にあり、投影露光装置においては、レチクル上のより大きな面積のパターンを感光基板上に露光する大面積化が求められている。

【0003】 また、半導体素子等のパターンが微細化するのに応じて、投影光学系の解像度を向上することも求められているが、投影光学系の解像度を向上するためには、投影光学系の露光フィールドをあまり大きくできないという問題がある。特に、投影光学系として、反射屈折系を使用するような場合には、無収差の露光フィールドの形状が円弧状の領域となることもある。

【0004】 斯かる被転写パターンの大面積化及び投影光学系の露光フィールドの制限に応えるために、例えば矩形、円弧状又は六角形等の照明領域（これを「スリット状の照明領域」という）に対してレチクル及び感光基板を同期して走査することにより、レチクル上のそのスリット状の照明領域より広い面積のパターンを感光基板上に露光する所謂スリットスキャン露光方式の投影露光装置が開発されている。一般に投影露光装置においては、感光基板の露光面を投影光学系の像面（最良結像面）に合わせ込んだ状態で露光を行う必要があるため、スリットスキャン露光方式の投影露光装置においても、感光基板の露光面の基準点のフォーカス方向の高さ（フォーカス位置）をその像面に合わせるオートフォーカス機構と、感光基板の露光面の平均的な面をその像面に平行に合わせるためのオートレベリング機構とが設けられている。

【0005】 従来のオートフォーカス機構は、フォーカス位置検出手段により投影光学系の露光フィールド内の中心又はその近傍での感光基板の高さを検出し、その高さを投影光学系の像面の高さ（ベストフォーカス位置）に合わせ込むように、感光基板が載置された基板ステージの高さを制御するものであった。同様に、従来のオートレベリング機構は、傾斜角検出手段により投影光学系の露光フィールド内の感光基板の平均的な露光面の傾きを検出し、その傾きを投影光学系の像面の傾きに合わせ込むように、その基板ステージの傾きを制御するものであった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来のオートフォーカス機構においては、フォーカス位置検出手段による検出点が投影光学系の露光フィールド内の露光中心又はその近傍に設定されていたため、フォーカス位置検出手段での信号処理時間に起因する位相遅れの影響を受け、感光基板の焦点合わせ（フォーカシング）が不正確になるという不都合があった。即ち、スリットスキャン露光方式

の場合には、感光基板が投影光学系の露光フィールドに対して走査されるため、その露光フィールド内の露光中心で検出された或る被露光領域のフォーカス位置に基づいて、所定の信号処理時間において基板ステージの高さを調整しても、露光フィールド内には別の被露光領域が入っているため、必ずしも正確に焦点合わせを行うことができなかったのである。

【0007】これを防ぐためには、基板ステージの送り速度を低下させることが考えられるが、基板ステージの送り速度を低下させると、露光時間が長くなりスループットが低下するという不都合がある。同様に、従来のオートレベリング機構においても、傾斜角検出手段による検出面が投影光学系の露光フィールド内に設定されていたため、傾斜角検出手段での信号処理時間に起因する位相遅れの影響を受け、感光基板のレベリングが不正確になるという不都合があった。

【0008】本発明は斯かる点に鑑み、スリットスキャン露光方式の投影露光装置において、スループットを低下させることなく正確に焦点合わせを行った状態で露光を行うことができる露光方法を提供することを目的とする。更に、本発明は、スリットスキャン露光方式の投影露光装置において、スループットを低下させることなく正確にレベリングを行った状態で露光を行うことができる露光方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の露光方法は、例えば図1～図3に示す如く、露光光でスリット状の照明領域を照明し、このスリット状の照明領域に対して転写用のパターンが形成されたマスク(3)を走査すると共に、そのスリット状の照明領域を投影光学系(9)で投影したスリット状の露光領域(11)に対してマスク(3)と同期して基板ステージ(12, 13)上の感光基板(10)を走査することにより、マスク(3)のパターンを感光基板(10)上に露光する方法において、マスク(3)及び感光基板(10)の同期した走査を開始した後、スリット状の露光領域(11)からその走査の方向と逆の方向に所定間隔だけ離れた感光基板(10)上の被露光領域(30)の高さと投影光学系(9)の像面の高さとの差分を検出すると共に、感光基板(10)が載置された基板ステージ(12, 13)で設定されている高さを検出し、被露光領域(30)がスリット状の露光領域(11)内に達した際に、基板ステージ(12, 13)で設定する高さを、その検出された高さにその検出された差分を加えた高さに設定することにより、被露光領域(30)の高さを投影光学系(9)の像面の高さに合わせ込むようにしたものである。

【0010】また、本発明の第2の露光方法は、例えば図1～図3に示す如く、露光光でスリット状の照明領域を照明し、このスリット状の照明領域に対して転写用のパターンが形成されたマスク(3)を走査すると共に、

そのスリット状の照明領域を投影光学系(9)で投影したスリット状の露光領域(11)に対してマスク(3)と同期して基板ステージ(12, 13)上の感光基板(10)を走査することにより、マスク(3)のパターンを感光基板(10)上に露光する方法において、マスク(3)及び感光基板(10)の同期した走査を開始した後、スリット状の露光領域(11)からその走査の方向と逆の方向に所定間隔だけ離れた感光基板(10)上の被露光領域(30)の傾斜量と投影光学系(9)の像面の傾斜量との差分を検出すると共に、感光基板(10)が載置された基板ステージ(12, 13)で設定されている傾斜量を検出し、被露光領域(30)がスリット状の露光領域(11)内に達した際に、基板ステージ(12, 13)で設定する傾斜量を、その検出された傾斜量にその検出された差分を加えた傾斜量に設定することにより、被露光領域(30)を投影光学系(9)の像面に平行に合わせ込むようにしたものである。

【0011】

【作用】斯かる本発明の第1の露光方法によれば、フォーカス位置検出手段による感光基板(10)の高さの検出が、フォーカス位置検出手段の信号処理時間による位相遅れ及び基板ステージ(12, 13)の送り速度より決定される距離だけ露光領域(11)から離れた場所で行われる。そして、或る被露光領域(30)の検出された高さに基づく焦点合わせは、その被露光領域(30)がその露光領域(11)に移動したときに行われるので、その間の時間差によりフォーカス位置検出手段等の位相遅れ等を相殺することができ、焦点合わせが正確に行われる。

【0012】同様に、第2の露光方法によれば、傾斜角検出手段による感光基板(10)の傾斜角の検出が、傾斜角検出手段の信号処理時間による位相遅れ及び基板ステージ(12, 13)の送り速度より決定される距離だけ露光領域(11)から離れた場所で行われる。そして、或る被露光領域(30)の検出された傾斜角に基づくレベリングは、その被露光領域(30)がその露光領域(11)に移動したときに行われるので、その間の時間差により傾斜角検出手段等の位相遅れ等を相殺することができ、レベリングが正確に行われる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の一実施例につき図面を参照して説明する。本実施例は、露光光用の光源としてエキシマレーザ光源等のパルス発振型の光源を使用する、スリットスキャン露光方式の投影露光装置に本発明を適用したものである。図1は本実施例の投影露光装置を示し、この図1において、エキシマレーザ光源等のパルスレーザ光源1からのパルス光が照明光学系2に入射する。パルスレーザ光源1のパルス発光のタイミングは図示省略したトリガー制御部により任意に設定される。照明光学系2は、ビーム整形光学系、減光光学系、オブティカル

インテグレータ、視野絞り及びコンデンサーレンズ系等より構成され、パルス光は照明光学系2によりほぼ均一な照度のパルス露光光ILに変換され、このパルス露光光ILがレチクル3を照明する。

【0014】レチクル3は、レチクルステージ4上に保持され、レチクルステージ4は投影光学系9の光軸に垂直な面内で図1の紙面に平行なX方向（又は-X方向）にレチクル3を走査すると共に、X方向に垂直なY方向（図1の紙面に垂直な方向）にレチクル3の位置決めを行う。レチクルステージ4の下面に、矩形の開口が形成されたレチクルブラインド5が配置され、このレチクルブラインド5の開口により、実質的にレチクル3上に矩形の照明領域が設定されている。また、レチクルステージ4上に移動鏡6が固定され、外部のレチクル側干渉計7からのレーザビームが移動鏡6で反射され、レチクル側干渉計7によりレチクルステージ4のX方向及びY方向の座標が常時計測され、このように計測された座標情報S1が、装置全体の動作を制御する主制御系8に供給されている。

【0015】レチクル6上に描かれたパターンの中で、レチクルブラインド5の開口により制限された部分の像が、投影光学系9を介して感光基板としてのフォトレジストが塗布されたウエハ10上に投影される。レチクルブラインド5の開口により制限されるレチクル3上の領域と投影光学系5に関して共役な領域が、矩形の露光領域11となっている。また、ウエハ10はZレベリングステージ12上に保持され、Zレベリングステージ12はウエハ側XYステージ13上に載置されている。Zレベリングステージ12は、投影光学系9の光軸方向であるZ方向にウエハ10の位置決めを行うZステージと、ウエハ10の露光面を所望の傾斜角だけ傾斜させるレベリングステージ等より構成されている。一方、ウエハ側XYステージ13は、X方向にウエハ10を走査するXステージと、Y方向にウエハ10を位置決めするYステージとより構成されている。

【0016】また、Zレベリングステージ12の側面には移動鏡14が取り付けられ、外部のウエハ側干渉計15からのレーザビームが移動鏡14により反射され、ウエハ側干渉計15によりウエハ側XYステージ13のX座標及びY座標が常時計測され、このように計測された座標情報が主制御系8に供給されている。更に、Zレベリングステージ12において現在設定されている高さ（フォーカス位置）及び傾きが、Zレベリングステージ用位置検出装置17により検出され、これにより検出された高さ及び傾きの情報が演算装置18に供給されている。Zレベリングステージ用位置検出装置17は、例えば駆動モータの軸に取り付けられたロータリエンコーダ又は直接高さを検出するポテンシオメータ等より構成されている。

【0017】そして、投影光学系9のX方向の両方の側

面部にそれぞれ多点フォーカス位置検出装置19及び20が配置されている。図2は、多点フォーカス位置検出装置19及び20の検出領域と矩形の露光領域11との関係を示し、この図2において、露光領域11の中心11aから-X方向に間隔Dの位置21aを中心として、露光領域11とほぼ等しい大きさの検出領域21が設定されている。この検出領域21の、-X方向の辺上の5個の検出点22A～26A及びX方向の辺上の5個の検出点22B～26B上に、ウエハ10の露光面に対する法線に対して斜めに、それぞれ図1の第1の多点フォーカス位置検出装置19からスリットパターン像が投影されている。このスリットパターン像の投影のための照明光としては、フォトレジストに対する感光性の低い波長域の光が使用される。

【0018】これら10個のスリットパターン像からの反射光がそれぞれ多点フォーカス位置検出装置19に戻り、多点フォーカス位置検出装置19は、それら10個のスリットパターン像の再結像された像の基準位置からの横ずれ量に対応する10個のフォーカス信号を生成する。ウエハ10のZ方向の高さが変化すると、それら10個のスリットパターン像の再結像された像の位置が横ずれするため、それら10個のフォーカス信号よりそれぞれ検出領域21の検出点22A～26A及び22B～26Bにおけるウエハ10の高さ（フォーカス位置）が検出される。

【0019】更に、図2において、露光領域11の中心11aからX方向に間隔Dの位置27aを中心として、露光領域11とほぼ等しい大きさの検出領域27が設定されており、この検出領域27上の10箇所の検出点上に、ウエハ10の露光面に対する法線に対して斜めに、それぞれ図1の第2の多点フォーカス位置検出装置20からスリットパターン像が投影されている。これら10個のスリットパターン像からの反射光がそれぞれ多点フォーカス位置検出装置20に戻り、多点フォーカス位置検出装置20は、それら10箇所の検出点のウエハ10の高さに対応する10個のフォーカス信号を生成する。例えばウエハ10がX方向に沿った走査方向RWに走査される場合には、検出領域21について第1の多点フォーカス位置検出装置19により検出された高さ情報が使用され、ウエハ10が-X方向に沿った走査方向RW'に走査される場合には、検出領域27について第2の多点フォーカス位置検出装置20により検出された高さ情報が使用される。

【0020】図1に戻り、多点フォーカス位置検出装置19及び20からそれぞれ出力される第1組の10個のフォーカス信号の情報及び第2組の10個のフォーカス信号の情報S2が演算装置18に供給されている。演算装置18は、後述のように先読みされたフォーカス位置の情報から次に露光領域11内で露光される被露光領域に対して、Zレベリングステージ12で設定すべき高さ

及び傾き（目標高さ及び目標傾き）を求め、これらの目標高さ及び目標傾きの情報を主制御系8に知らせる。主制御系8は、この情報に応じてウエハステージ制御装置16を介して、Zレベリングステージ12の動作を制御する。また、主制御系8は、図示省略したレチクルステージ制御装置を介してレチクルステージ4の走査を行うと共に、これと同期してウエハステージ制御装置16を介して、レチクル側XYステージ13の走査動作を制御する。

【0021】本例でスリットスキャン露光方式の露光を行う際には、例えばレチクル3がレチクルステージ4により走査方向RR（-X方向）に走査されるのに同期して、ウエハ10がXYステージ13により走査方向RW（X方向）に走査される。この場合、投影光学系9の投影倍率を β として、レチクル3の走査速度をVRとすると、ウエハ10の走査速度は $\beta \cdot VR$ となる。これにより、レチクル3上の全部のパターンが順次ウエハ10上に露光される。但し、走査方向は逆でもよく、レチクル3がX方向に走査される場合には、それと同期してウエハ10は-X方向に走査される。

【0022】また、スリットスキャン露光時のレチクルステージ4およびウエハ側XYステージ13の移動速度は、レチクル3上に照射されるパルス露光光ILの光量、レチクルブラインド5の開口の幅及びウエハ10に塗布されたフォトレジストの感度により決定される。即ち、レチクルステージ4の移動によりレチクル3上のパターンがレチクルブラインド5の開口を横切る時間内に、フォトレジストが十分に感光するようにステージの速度が決定される。また、図2に示す露光領域11の中心点11aと検出領域21（又は27）の中心点21a（又は27a）までの間隔Dは、多点フォーカス位置検出装置19（又は20）及び演算装置18内における信号処理時間による遅延時間の間にウエハ側XYステージ13が移動する距離と同じかそれ以上の長さに設定されている。

【0023】次に、図4のフローチャートを参照して、本例の露光動作の一例につき説明する。本例の露光動作では次の①～③の条件を前提としている。

①ウエハ10上の被露光部の表面を合わせ込む基準面は、投影光学系9の像面（最良結像面）である。
②Zレベリングステージ12で設定されている高さ及び傾きは、Zレベリングステージ12上にウエハホルダ（図示省略）を介して平坦度が良好なウエハ（スーパーフラットウエハ）を保持した場合の、そのウエハの表面の高さ及び傾きであるとする。そのようにZレベリングステージ12で設定されている高さ及び傾きで定まる面を「ホルダ面」と呼ぶ。

【0024】③図1のZレベリングステージ12のレベリングの際の回転中心は、図2の露光領域11の中心11aと一致している。即ち、ウエハ側XYステージ13

のX座標及びY座標の値に拘らず、Zレベリングステージ12でレベリングを行った場合、露光領域11の中心11aのウエハ10の高さ（フォーカス位置）は変化しない。

【0025】このような条件下で先ず図4のステップ101において、図2の検出領域21内の10個の検出点22A～26A、22B～26B及び検出領域27内の10個の検出点にそれぞれ対応するフォーカス信号のキャリブレーションを行う。例えば、検出領域21内の検出点22A～26A、22B～26Bにそれぞれ対応するフォーカス信号のキャリブレーションを行うには、図1のレチクルステージ4上に焦点計測用のパターンが形成されたテストレチクルを載置し、図1のZレベリングステージ12上にフォトレジストが塗布された試し焼き用のウエハを保持する。そして、Zレベリングステージ12の傾きを零に固定し、高さを所定の値に設定した状態で、多点フォーカス位置検出装置19を介してそれら10個の検出点に対応するフォーカス信号を得る。その後、ウエハ側XYステージ13を駆動して、図2の検出領域21内の被露光部を露光領域11に移動してから、その被露光部にテストレチクルのパターンを露光する。また、試し焼き用のウエハの他の被露光部を用いて、それぞれZレベリングステージ12での高さ（フォーカス位置）を少しずつ変えて、10個のフォーカス信号を得ると共に、それぞれの被露光部にテストレチクルのパターンを露光する。

【0026】その後、そのウエハの現像を行うことにより、図2の検出領域21内の各検出点22A～26A、22B～26Bにおいてテストレチクルのパターンが最も鮮明に結像されたときのフォーカス位置、即ち投影光学系9の像面位置を求める。これにより、それら検出点22A～26A、22B～26Bに対応するそれぞれのフォーカス信号の、投影光学系9の像面位置に対応する基準レベルが求められる。同様に、他方の検出領域27内の10個の検出点に対応するフォーカス信号についても、それぞれ投影光学系9の像面位置に対応する基準レベルが求められる。

【0027】次に、ステップ102において、転写用のパターンが形成されたレチクル3をレチクルステージ4上にロードし、フォトレジストが塗布された露光対象とするウエハ10をZレベリングステージ12上にロードする。そして、レチクル3の走査方向RRへの走査を開始すると同期して、ウエハ10の走査方向RWへの走査を開始する。次に、ステップ103において、図3（a）に示すように、ウエハ10上の被露光部30の中心が、多点フォーカス位置検出装置19の検出領域21の中心21aに達したときに、図2に示す検出点22A～26A（これらをまとめて「検出点XA」という）及び検出点22B～26B（これらをまとめて「検出点XB」という）のそれぞれのフォーカス信号を多点フォー

カス位置検出装置19で求め、これらフォーカス信号を演算装置18に供給する。これは検出点XA及びXBにおける被露光部30の高さ（フォーカス位置）を求めるのと等価である。5個の検出点XAにおいて計測された高さの平均値を Z_{1A} 、5個の検出点XBにおいて計測された高さの平均値を Z_{1B} とする。

【0028】また、被露光部30の中心が検出領域21の中心21aに達した時点で、Zレベリングステージ用位置検出装置17を介して、並行して図1のZレベリングステージ12で設定されている高さ及び傾き、即ち図3(a)に示すホルダ面29の露光領域11の中心11aでの高さ Z_{HO} 及び傾きを検出し、これらの高さ Z_{HO} 及び傾きを演算装置18に供給する。なお、傾きとは、傾斜角の正接で表され、ホルダ面29のXZ面内での傾斜角を θ_{HX} 、YZ面内での傾斜角を θ_{HY} とする。

【0029】その後、ステップ104において、演算装置18は、ホルダ面29を基準とした場合の被露光部30の検出領域21での平均の高さ（平均高さ） Z_{1C} を次式より求める。以下において、露光領域の中心11aと検出領域の中心21aとの間隔Dは、先読み距離と考えることができる。

$$\text{【数1】 } Z_{1C} = (Z_{1A} + Z_{1B}) / 2 - D \cdot \tan \theta_{HX}$$

【0030】また、演算装置18は、ホルダ面29を基準とした場合の被露光部30の検出領域21での平均的な傾き（平均傾き）を求める。なお、ウエハ10の表面にはプロセスにより凹凸があるため、ウエハ10上の被露光部30の傾きとは、被露光部30内の平均的な面の傾き、即ちウエハ10上のローカルな表面の傾きである。先ず、検出点XAと検出点XBとのX方向の距離をEとして、平均傾きのXZ平面内での傾きに対応する傾斜角を θ_{1X} とすると、傾き $\tan \theta_{1X}$ は次のようになる。

$$\text{【数2】 } \tan \theta_{1X} = (Z_{1A} - Z_{1B}) / E - \tan \theta_{HX}$$

【0031】また、ホルダ面29を基準とした場合の被露光部30の検出領域21でのYZ面内での傾き（傾斜角で θ_{1Y} ）は、例えば図2の検出点22A、22Bの平均の高さを Z_{1D} 、検出点26A、26Bの平均の高さを Z_{1E} 、検出点22Aと検出点26AとのY方向の間隔をEとすると、次式から求められる。

$$\text{【数3】 } \tan \theta_{1Y} = (Z_{1D} - Z_{1E}) / E - \tan \theta_{HY}$$

【0032】次に、ステップ105において演算装置18は、被露光部30を露光領域11に移動して露光を行うときに、Zレベリングステージ12で設定すべき高さ（目標高さ） Z_H 及び設定すべき傾き（目標傾き）を求める。これら目標高さ Z_H 及び目標傾きは、それぞれ基準面である投影光学系9の最良結像像面28の高さ Z_0 及び傾きから、被露光部30の平均高さ及び平均傾きを差し引いたものである。即ち、目標高さ Z_H は次のようになる。

$$\text{【数4】 } Z_H = Z_0 - Z_{1C}$$

【0033】また、投影光学系9の像面の傾斜角のXZ面内での傾斜角を θ_{OX} 、YZ面内での傾斜角を θ_{OY} とすると、その目標傾きの傾斜角の内のXZ面内での傾斜角 θ_X 及びYZ面内での傾斜角 θ_Y は次のようになる。

【数5】

$$\tan \theta_X = \tan \theta_{OX} - \tan \theta_{1X}$$

$$\tan \theta_Y = \tan \theta_{OY} - \tan \theta_{1Y}$$

【0034】その後、ステップ106において、図3

(b)に示すように、ウエハ10上の被露光部30が露光領域11に達したときに、主制御系8は、Zレベリングステージ12で設定する高さをその目標高さ Z_H に設定すると共に、Zレベリングステージ12で設定するXZ面内での傾き及びYZ面内での傾きをそれぞれ目標とする傾き $\tan \theta_X$ 及び $\tan \theta_Y$ に設定する。それと同時にステップ107において、主制御系8は、図1のパルスレーザ光源1を発光させてレチクル3のパターンをウエハ10上の被露光部30に露光する。この際に、被露光部30は、最良結像面28にほぼ合致している。

【0035】なお、以上の説明はウエハ10上の或る被露光部30への露光を行う場合についての動作であり、実際には、ウエハ10上のX方向の一連の被露光部についてそれぞれ図4の露光動作が時系列的に繰り返される。上述のように、本例によれば、ウエハ10上の各被露光部についてそれぞれ高さ及び傾きを先読みし、露光時には先読みした結果に基づいてZレベリングステージ12の高さ及び傾きを調整している。従って、ウエハ10の露光面にローカルな凹凸がある場合でも、ウエハ10の露光面の全面を投影光学系9の像面に合わせ込んだ状態で、レチクル3のパターンをウエハ10の露光面に露光することができる。

【0036】なお、上述実施例では、露光光の光源としてパルスレーザ光源1が使用されているため、被露光部30が露光領域11に達したときに、正確に露光のタイミングを合わせることができる。しかしながら、露光光として水銀ランプ等の連続光を用いた場合でも、被露光部30の高さ等を先読みすることにより、露光時にはその被露光部30を投影光学系9の像面にほぼ正確に合わせ込むことができる。

【0037】このように、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0038】

【発明の効果】本発明の第1の露光方法によれば、投影光学系の露光領域の基準点から所定間隔だけ離れた位置で露光に先立って感光基板上の被露光領域の高さの検出を行い、その結果に基づいてその被露光領域の露光位置で焦点合わせを行うようにしている。従って、フォーカス位置検出手段の信号処理時間による位相遅れの影響を受けることなく、正確に焦点合わせを行うことができる利点がある。また、感光基板が載置された基板ステージ

【0039】また、基板ステージでは被露光部の露光時に、先読み時に設定されていた高さに、先読みで得られた被露光部の高さと同様の高さとの差分を加算した高さに設定するようにしているため、高速に演算を行うことができると共に、制御が容易である。同様に、第2の露光方法によれば、露光に先立って感光基板上の被露光領域の傾斜量の検出を行っているため、傾斜角検出手段の信号処理時間による位相遅れの影響を受けることなく、正確にレベリングを行うことができる利点がある。また、スループットが低下することなく、制御が容易である。

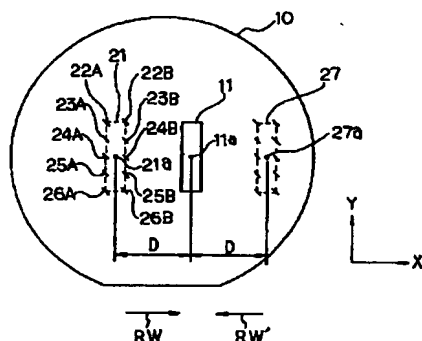
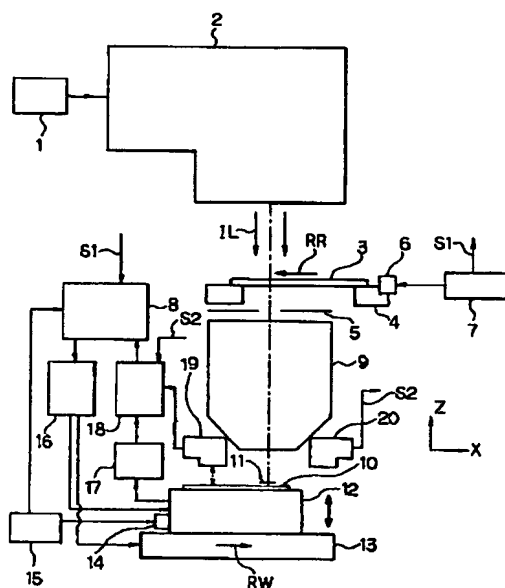
【図１】本発明の一実施例の露光方法が適用される投影露光装置を示す構成図である。

【図3】 (a) は先読み時の被露光部の状態を示す図、

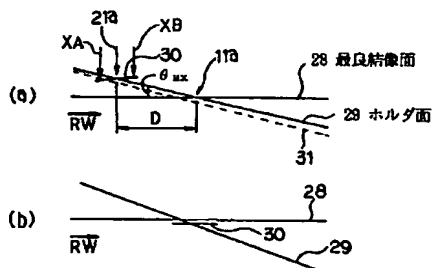
【図４】実施例の露光動作の一例を示すフローチャートである。

- 1 パルスレーザ光源
- 2 照明光学系
- 3 レチクル
- 4 レチクルステージ
- 5 レチクルブラインド
- 8 主制御系
- 9 投影光学系
- 10 ウエハ
- 11 露光領域
- 12 Zレベリングステージ
- 13 ウエハ側XYステージ
- 16 ウエハステージ制御装置
- 17 Zレベリングステージ用位置検出装置
- 18 演算装置
- 19, 20 多点フォーカス位置検出装置

【图 2】



【图3】



【図4】

